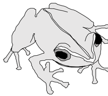
Análisis Espacial de las Áreas Protegidas Terrestres de Puerto Rico





PRGAP ANALYSIS PROJECT
IITF GIS and Remote Sensing Lab
A center for tropical landscape analysis

Maya Quiñones [1], William A. Gould [1], Jessica Castro-Prieto [2], y Sebastián Martinuzzi [3]

[1] Departamento de Agricultura de los EE.UU., Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. [2] Universidad de Puerto Rico- Campus de Río Piedras, Departamento de Ciencias Ambientales. [3] Universidad de Wisconsin-Madison, Departamento de Ecología de Bosques y Vida Silvestre.

En el 2010 casi 13 por ciento de la superficie terrestre del planeta estaba designada como áreas protegidas–áreas reservadas legalmente para la conservación de sus recursos naturales y biodiversidad (WDPA 2011). Para los países desarrollados, la cifra era 11.6 por ciento y para América Latina y el Caribe 20.3 por ciento (WDPA 2011). La isla de Puerto Rico, con una extensión de 893 000 ha, forma parte del conjunto de islas de las Antillas mayores en la región del Caribe, y está constituida por una isla grande, tres islas pequeñas y numerosos cayos que se caracterizan por su gran complejidad geológica y topográfica. En este conjunto de islas es posible identificar una gran variedad de ecosistemas cuya diversidad biológica incluye más de 26,000 especies de plantas, hongos, y animales vertebrados e invertebrados, muchas de las cuales son endémicas de Puerto Rico o el Caribe (Joglar 2005). Existen en Puerto Rico 95 áreas protegidas que cubren 72 000 ha u ocho por ciento de la superficie terrestre de la isla, y cuyos tamaños varían entre <1 ha y 11 429 ha (datos correspondientes a Mayo del 2011). Más de la mitad (56 por ciento) del terreno protegido es manejado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, 16 por ciento por el Servicio Forestal de los EE.UU., 13 por ciento por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, y 15 por ciento por otras entidades gubernamentales y no gubernamentales (Gould et al. 2011). Identificar los ecosistemas dentro de la red existente de áreas protegidas en el país, así como estudiar su representatividad, distribución y conectividad en el paisaje es esencial para analizar la efectividad de este mecanismo de conservación al igual que para asistir con el manejo y planificación de las mismas.

En este mapa de investigación describimos las áreas protegidas terrestres de Puerto Rico basado en elementos naturales y antropogénicos del paisaje. Utilizamos datos geoespaciales para calcular la extensión y representatividad de elementos del paisaje dentro de las áreas protegidas de Puerto Rico, i.e., cobertura del terreno (Gould et al. 2007), asentamientos urbanos, suburbanos y rurales (Martinuzzi et al. 2008), y fisiografía general. Las gráficas circulares y de barra muestran la distribución y el nivel de protección de cada uno de los elementos analizados. En adición, analizamos el contexto paisajístico de las áreas protegidas clasificándolas como costeras, boscosas, herbáceas o urbanas de acuerdo a la cobertura del terreno presente en una zona de un 1km alrededor de cada área y tabulamos la cobertura del terreno dentro de las áreas y estadísticas para cada clasificación. A su vez, calculamos la distancia desde las áreas protegidas y creamos un mapa con el objetivo principal de proveer una referencia visual de las regiones donde las áreas protegidas se agrupan y donde están más dispersas. La gráfica lineal compara la forma en que la distribución de la cobertura del terreno cambia a través de los grupos de distancia, desde dentro de las áreas protegidas a >10 km del borde de las áreas.

Las áreas protegidas mapeadas y analizadas en esta publicación fueron actualizadas por última vez en Mayo del 2011 utilizando los datos disponibles de agencias gubernamentales estatales y federales y organizaciones no gubernamentales. La cantidad y distribución de áreas protegidas es dinámica, cambiando a medida que nuevas áreas son establecidas o las designaciones y el manejo cambian. Para propósitos de este análisis excluimos áreas protegidas marinas y la porción marina de algunas áreas protegidas costeras. Terrenos adicionales podrían estar protegidos por leyes y regulaciones por zonificación pero no fueron incluidos en este estudio, e.g., pendientes escarpadas, humedales, zonas riparinas y zonas costeras.

Hallazgos

Cobertura del terreno:

- Las áreas protegidas de Puerto Rico están compuestas mayormente por ecosistemas de bosque (60 por ciento) con parches de bosque abierto y arbustos (14 por ciento), pastizales (8 por ciento), humedales boscosos (7 por ciento) y herbáceos (6 por ciento), agua (no mar) (4 por ciento), y suelo desnudo natural (1 por ciento).
- El 60 por ciento de los humedales boscosos están dentro de áreas protegidas, representando la cobertura de terreno con mayor protección en relación a la extensión total que ocupa en la isla. A este le siguen los cuerpos de agua (33 por ciento), suelo desnudo natural (i.e., fangales, salinas, acantilados rocosos y playas; 32 por ciento) humedales herbáceos (15 por ciento), bosques (13 por ciento), bosque abierto y arbustos (8 por ciento), y pastizales (2 por ciento).
- Basado en la clasificación del contexto paisajístico, donde identificamos la cobertura dominante en un área de amortiguación de 1 km para cada área protegida, encontramos que las áreas primordialmente rodeadas por bosque contienen mayormente bosque (93 por ciento), mientras que las rodeadas por ecosistemas costeros, pastizales y áreas urbanas protegen una mayor variedad de coberturas de terreno.
- Nueve de las 95 áreas protegidas fueron clasificadas como urbanas–áreas rodeadas mayormente por superficies construidas. Aunque esta cantidad es un 9.5 por ciento del total de áreas protegidas en el país, el tamaño promedio de las áreas protegidas urbanas es significativamente más pequeño que el resto de las áreas. Por lo tanto, las áreas protegidas urbanas sólo forman un 1 por ciento de todo el terreno protegido en Puerto Rico.

Distancia desde las áreas protegidas:

- La distribución de las áreas protegidas a través de Puerto Rico indica que existen tres grandes regiones sin protección dentro de un radio de 5 km. En este mapa también se observa la conectividad que existe entre grupos de áreas protegidas, presentando áreas potenciales para corredores ecológicos.
- El porciento de bosques, humedales y áreas de agua (no mar) disminuye a mayor distancia desde un área protegida, mientras que el porciento de pastizales y superficies construidas aumentan.

Asentamientos urbanos, suburbanos y rurales:

- La mayor parte del terreno protegido en Puerto Rico se encuentra en la región rural (85 por ciento), seguida por las regiones suburbana (13 por ciento) y urbana (2 por ciento).

Fisiografía:

- Las áreas protegidas se encuentran a través de todas las regiones fisiográficas de Puerto Rico con 38 por ciento del terreno protegido ubicado en zonas de montaña, 28 por ciento en los llanos, 27 por ciento en las lomas y 7 por ciento en la meseta. Las tres regiones fisiográficas predominantes (i.e., montañas, lomas y llanos) tienen un nivel similar de protección de 7 por ciento a 9 por ciento, mientras que la región de meseta, que se encuentra únicamente en la Reserva Natural de Isla de Mona y Monito, está completamente protegida.

Referencias

Gould, W.A.; Alarcón, C.; Fevold, B.; Jiménez, M.E.; Martinuzzi, S.; Potts, G.; Solórzano, M.; Ventosa, E. 2007. Puerto Rico Gap Analysis Project–final report. Moscow, ID: U.S. Geological Survey, and Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 159 p. and 8 appendices.

Gould, W.A.; Quiñones, M.; Solórzano, M.; Alcobas, W.; Alarcón, C. 2011. Protected Natural Areas of Puerto Rico. [1: 240 000]. IITF-RMAP-02. Río Piedras, PR: US Department of Agriculture Forest Service, International Institute of Tropical Forestry.

Joglar, R.L. ed. 2005. Biodiversidad de Puerto Rico: Vertebrados Terrestres y Ecosistemas. Editorial del Instituto de Cultura Puertorriqueña. San Juan, Puerto Rico. 563p.

Martinuzzi, S.; Gould, W.A.; Ramos González, O.M. 2007. Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census data. Landscape and Urban Planning. 79: 288-297.

Martinuzzi, S.; Gould, W.A.; Ramos González, O.M.; Quiñones, M.; Jiménez, M.E. 2008. Urban and rural land use in Puerto Rico. [1: 260 000]. IITF-RMAP-01. Río Piedras, PR: US Department of Agriculture Forest Service, International Institute of Tropical Forestry.

World Database of Protected Areas. 2011. The World Database of Protected Areas (WDPA). A project of the United Nations Environment Programme (UNEP) – World Conservation Monitoring Centre (WCMC) and the International Union for Conservation of Nature (IUCN), Cambridge, United Kingdom. (http://www.wdpa.org/)

Datos geoespaciales: Todos los datos geoespaciales fueron creados o modificados en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.

Cita sugerida: Quiñones, Maya; Gould, William A.; Castro-Prieto, Jessica; Martinuzzi, Sebastián. 2013. Spatial analysis of Puerto Rico's terrestrial protected areas. [1:240,000] IITF-RMAP-03. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry.

Agradecimientos
Esta investigación fue hecha con el apoyo de la División Nacional de Recursos Biológicos del Programa Gap del Servicio Geológico de los EE.UU., acuerdo cooperativo 01HQPG0031 (01-IA-111201-002). Agradecimientos especiales a el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, el Programa de Manejo de la Zona Costanera y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre, Luis Jorge Herrera y Ciudadanos del Karso, Tim Wallace y la página web Bostonography y a las personas que participaron de la revisión de este mapa por tomar de su tiempo valioso y darnos sus comentarios. Esta investigación se llevó a cabo en colaboración con la Universidad de Puerto Rico.

Distribución y clasificacion de las áreas protegidas sobre la cobertura del terreno simplificada del 2000 de Puerto Rico

Océano Atlántico
Mar Caribe
Desecheo
Mona y Monito
Monito
Isla de Mona
Pasaje de Mona
Cayo Icacos
Arrecifes de La Cordillera
Palominos
Culebra
Vieques
Estados Unidos
Las Bahamas
Cuba
Haití
Jamaica
República Dominicana
Puerto Rico

ESCALA: 1:240,000
Proyección Comforme Cónica Lambert
Datum de Norte América del 1983 (NAD 83)
Millas: 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20
Kilómetros: 0, 4, 8, 16, 24, 32, 40

Límites administrativos: Municipios; Reservas marinas
Hidrografía: Lagos y embalses; Ríos y quebradas
Batimetría (km bajo el nivel del mar): 6–2; 2–1; 1–0.5; 0.5–0.02; 0.02–0
Áreas protegidas (clasificación según el contexto paisajístico): Costeras; Herbáceas; Boscosas; Urbanas
Cobertura del terreno: Bosque; Bosque abierto y arbustos; Pastizales; Humedales boscosos; Humedales herbáceos; Agua; Suelo desnudo natural; Superficie construida

Áreas Protegidas (en negro) y Reservas Marinas (en azul)

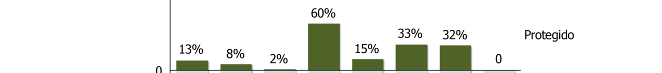
1 Bosque del Pueblo de Adjuntas
2 Reserva Natural Sistema de Cuevas y Cavernas de Aguas Buenas
3 Bosque Estatal de Aguirre
4 Reserva Natural Finca Belvedere
5 Extensión Marina Reserva Natural Finca Belvedere
6 Bosque Estatal de Boquerón
7 Extensión Marina del Bosque Estatal de Boquerón
8 Refugio de Vida Silvestre de Boquerón
9 Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo
10 Reserva Natural Isla Caja de Muertos
11 Bosque Estatal de Cambalache
12 Parque de las Cavernas del Río Camuy
13 Reserva Natural Caño La Boquilla
14 Extensión Marina Reserva Natural Caño La Boquilla
15 Reserva Natural Caño Martín Peña
16 Reserva Natural Caño Tiburones
17 Bosque Estatal de Carite
18 Refugio Nacional de Vida Silvestre Laguna Cartagena
19 Bosque Estatal de Ceiba
20 Bosque Estatal de Cerrillos
21 Reserva Natural Pantano de Cibuco
22 Extensión Marina Reserva Natural Pantano de Cibuco
23 Servidumbre de Conservación El Rabanal
24 Servidumbre de Conservación El Tambor
25 Servidumbre de Conservación Foreman
26 Servidumbre de Conservación Montes Oscuros
27 Servidumbre de Conservación Bosque Tropical Palmas del Mar
28 Reserva Natural Cueva del Indio
29 Extensión Marina Reserva Natural Cueva del Indio
30 Refugio Nacional de Vida Silvestre Culebra
31 Reserva Natural marina Aguas Costeras Isla Desecheo
32 Refugio Nacional de Vida Silvestre Desecheo
33 Bosque Urbano Doña Inés Mendoza
34 Refugio Nacional de Vida Silvestre El Buey
35 Área Natural Protegida Las Cuevas El Convento
36 Reserva Natural El Tallonal
37 Bosque Nacional El Yunque
38 Área Natural Protegida Río Encantado
39 Reserva Natural del Río Espíritu Santo
40 Extensión Marina Reserva Natural del Río Espíritu Santo
41 Bosque Estatal de Guajataca
42 Bosque Estatal de Guánica
43 Extensión Marina Bosque Estatal de Guánica
44 Reserva Natural Arrecifes de Guayama
45 Área Natural Protegida Río Guaynabo
46 Finca Guillermeti
47 Área Natural Protegida Hacienda Buena Vista
48 Reserva Natural Hacienda La Esperanza
49 Extensión Marina Reserva Natural Hacienda La Esperanza
50 Reserva Natural Inés María Mendoza (Punta Yeguas)
51 Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos
52 Área Natural Protegida Jorge Sotomayor del Toro
53 Finca José Santiago
54 Reserva Natural Laguna de Joyuda
55 Reserva Natural La Ciénaga Las Cucharillas
56 Reserva Natural Arrecifes de la Cordillera
57 Bosque La Olimpia
58 Reserva Natural La Parguera
59 Extensión Marina Reserva Natural La Parguera
60 Refugio de Vida Silvestre Lago Guajataca
61 Refugio de Vida Silvestre Lago La Plata
62 Refugio de Vida Silvestre Lago Luchetti
63 Reserva Natural Las Cabezas de San Juan
64 Extensión marina Reserva Natural Las Cabezas de San Juan
65 Cerro Las Mesas
66 Reserva Natural Las Piedras del Collado
67 Finca Los Frailes
68 Reserva Natural Canal Luis Peña
69 Área Natural Protegida Río Maricao
70 Bosque Estatal de Maricao
71 Reserva Natural Mata de Plátano Field Station
72 Área Natural Protegida Medio Mundo y Daguao
73 Reserva Natural de Isla de Mona y Monito
74 Extensión Marina Reserva Natural de Isla de Mona y Monito
75 Bosque Estatal de Monte Choca
76 Bosque Estatal de Monte Guilarte
77 Bosque Urbano del Nuevo Milenio
78 Antiguo Acueducto de San Juan
79 Área Natural Protegida Sierra La Pandura
80 Área Natural Protegida Paraíso de las Lunas
81 Bosque Estatal de Piñones
82 Bosque Pterocarpus de Dorado
83 Reserva Natural Bosque Pterocarpus
84 Reserva Natural Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Santa Teresa Humacao
85 Reserva Natural Punta Ballenas
86 Reserva Natural Punta Cucharas
87 Extensión Marina Reserva Natural Punta Cucharas
88 Reserva Natural Punta Guaniquilla
89 Extensión Marina Reserva Natural Punta Guaniquilla
90 Reserva Natural Manglar de Punta Tuna
91 Extensión Marina Reserva Natural Punta Petrona
92 Reserva Natural Manglar de Punta Tuna
93 Extension Marina Reserva Natural Punta Yeguas
94 Reserva Natural Cayo Ratones
95 Tierras adquiridas recientemente en Manatí y Guayama por el IITF
96 Tierras adquiridas recientemente en Piñones por DRNA
97 Tierras adquiridas recientemente en la región del Karso por DRNA
98 Tierras adquiridas recientemente en el Corredor Ecológico del Noreste por DRNA
99 Bosque Estatal de Río Abajo
100 Área Natural Protegida Cañon San Cristóbal
101 Corredor Ecológico de San Juan
102 Bosque Urbano de San Patricio
103 Reserva Natural Finca Seven Seas
104 Finca Shapiro
105 Parque Nacional Sun Bay
106 Bosque Estatal de Susúa
107 Bosque Estatal de Toro Negro
108 Reserva Natural Laguna Tortuguero
109 Reserva Natural Arrecifes de Tourmaline
110 Reserva Natural Marina Tres Palmas
111 Bosque Estatal de Tres Picachos
112 Jardín Botánico de la Universidad de Puerto Rico
113 Bosque Estatal de Vega
114 Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques
115 Extensión Marina Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques
116 Refugio de Vida Silvestre de Vieques

Cobertura del terreno simplificada del 2000

La cobertura del terreno de Puerto Rico del 2000 describe el tipo de cobertura dominante según la clasificación de imágenes de satélite Landsat 7 ETM+ del 1999 al 2003, junto con el análisis de datos de clima, geología, topografía, hidrología y uso de terreno histórico. Los datos fueron desarrollados como parte del Proyecto del Gap Análisis para Puerto Rico (Gould et al. 2007) y tienen una resolución espacial de 15 metros.







Análisis de la clasificación de las áreas protegidas según el contexto paisajístico

	Costeras	Boscosas	Herbáceas	Urbanas	Total
Número de áreas protegidas	37	35	14	9	95
Área del terreno protegido (ha)	30 196	33 309	7786	1007	72 299
Porcentaje del terreno protegido	42	46	11	1	100
Tamaño promedio de las áreas protegidas (ha)	816	952	556	112	761
Distribución de la cobertura del terreno dentro de las áreas protegidas (%)					**A nivel isla**
Bosque	36	93	19	28	60
Bosque abierto y arbustos	24	4	18	7	14
Pastizales	8	2	33	9	8
Humedales boscosos	16	<1	5	11	7
Humedales herbáceos	10	<1	11	27	6
Agua (no mar)	5	1	13	7	4
Suelo desnudo natural	1	<1	<1	<1	1

Distancia desde las áreas protegidas

Este mapa suplementario presenta zonas de distancia desde las áreas protegidas de Puerto Rico. Las distancias fueron calculadas utilizando la herramienta 'Euclidean distance' del programa ArcGIS 9.3. La misma utiliza un algoritmo para calcular la distancia lineal desde el borde de áreas definidas (i.e., áreas protegidas). La distribución de las áreas protegidas en Puerto Rico no es uniforme, pudiéndose identificar tres regiones en la isla sin protección por este mecanismo de conservación. La grafica lineal (abajo) muestra un análisis de la cobertura del terreno generalizada por zona de distancia, donde se observa un patrón general: el porcentaje de bosque, humedales y agua (no mar) disminuye al alejarse de las áreas protegidas, mientras que el porcentaje de pastizal y superficie construida aumenta.

Áreas protegidas
< 1 km
1 – 2 km
2 – 3 km
3 – 5 km
5 – 10 km
> 10 km
Distancia desde las áreas protegidas

Distribución de las distancias desde las áreas protegidas en Puerto Rico: 5%, 8%, 14%, 14%, 13%, 21%, 25%

Transición de la cobertura del terreno por distancia desde las áreas protegidas
Porciento (0–60)
Distancia desde las áreas protegidas (km): Áreas protegidas, < 1, 1–2, 2–3, 3–5, 5–10, > 10
Tipo de cobertura: Bosque; Bosque abierto y arbustos; Pastizales; Humedales boscosos; Humedales herbáceos; Agua; Terreno al descubierto natural; Superficie desarrollada

Millas: 0, 10, 20
Kilómetros: 0, 30, 60

Asentamientos urbanos, suburbanos y rurales

El mapa de los asentamientos urbanos, suburbanos y rurales de Puerto Rico integra patrones espaciales de desarrollo urbano con datos del censo poblacional de los Estados Unidos para el año 2000 (Martinuzzi et al. 2007). Los tipos de asentamiento fueron clasificados utilizando técnicas de percepción remota e imágenes de satélite Landsat 7 ETM+ de los años 1999 al 2003, fotos aéreas y datos del censo poblacional de los Estados Unidos.

Urbano
Lugares donde la superficie desarrollada por km^2 es mayor que 20 por ciento.

Suburbano
Lugares donde la superficie desarrollada por km^2 es menor de 20 por ciento y además los bloques censales tienen una densidad poblacional mayor que 1000 personas por mi^2 y los bloques censales en áreas adyacentes tienen una densidad poblacional de por lo menos 500 personas por mi^2.

Rural
Lugares donde la superficie desarrollada por km^2 es menor de 20 por ciento y los bloques censales tienen una densidad poblacional menor que las áreas suburbanas.

Áreas protegidas

El porcentaje de cada tipo de asentamiento dentro de las áreas protegidas de Puerto Rico
Protegido: Urbano 1%, Suburbano 3%, Rural 14%
No protegido: Urbano 99%, Suburbano 97%, Rural 86%

Distribución de los tipos de asentamiento en Puerto Rico: 16%, 36%, 48%

¿Dónde está el terreno protegido?: 2%, 13%, 85%

Fisiografía general

La fisiografía describe la superficie terrestre según definida por procesos geológicos a través del tiempo. El mapa de fisiografía general de Puerto Rico fue desarrollado en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical mediante el análisis geoespacial de datos de elevación, geología y topografía.

Llanos
Terrenos relativamente planos de baja elevación y pendientes menores de 6 grados.

Lomas
Terrenos elevados, más pequeños que una montaña, con pendientes mayores de 6 grados.

Montañas
Similar a las lomas pero con mayor elevación, las montañas también se componen de terrenos elevados y pendientes mayores de 6 grados. Para Puerto Rico se utilizó una combinación de datos geológicos y de elevación para separar las lomas de las montañas, con las montañas formadas en su mayoría por formaciones geológicas de rocas ígneas y metamórficas.

Meseta
Terrenos elevados planos sobre el nivel del mar. En Puerto Rico la meseta solo se encuentra en la Reserva Natural de Isla de Mona y Monito.

Distribución de las zonas fisiográficas en Puerto Rico: <1%, 27%, 30%, 43%

¿Dónde está el terreno protegido?: 7%, 28%, 27%, 38%

El porcentaje de cada zona fisiográfica dentro de las áreas protegidas de Puerto Rico
Protegido: Llanos 9%, Lomas 8%, Montañas 7%, Meseta 100%
No protegido: Llanos 91%, Lomas 92%, Montañas 93%, Meseta 0

Fecha de publicación: 2013

USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry, Jardín Botánico Sur, 1201 Calle Ceiba, Río Piedras, PR 00926-1119, Puerto Rico.